

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(X)

(11)Publication number : 05-297876  
 (43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.CI.

G10H 7/02  
G10K 15/12

(21)Application number : 04-121268  
 (22)Date of filing : 15.04.1992

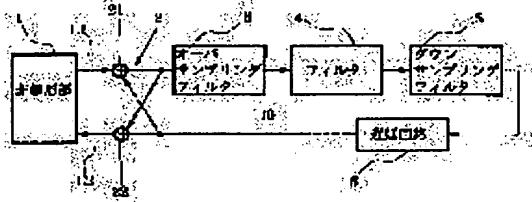
(71)Applicant : YAMAHA CORP  
 (72)Inventor : AZUMA IWAO  
 KITAYAMA TORU

## (54) MUSICAL SOUND WAVEFORM SIGNAL GENERATING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the capacity of a signal delay means and to improve frequency characteristics of a filtering means by allowing the signal delay means to operate at a 1st operation frequency and the filtering means to operate at a 2nd operation frequency higher than the 1st operation frequency.

CONSTITUTION: The whole circulation signal path 10 operates at an operation frequency of 48kHz. Namely, a' nonlinear part 1, adder 21 and 22, and the delay circuit 6 operate at the operation frequency of 48kHz and the filter 4 operates at 96kHz twice as high as it. An oversampling filter 3 oversamples the sampling frequency of an input waveform signal from 48kHz to 96kHz, and the waveform signal of 96kHz in sampling frequency is inputted to the filter 4 and filtered with the specific characteristics. At this time, the operation frequency of the filter 4 is 96kHz and the coefficient of the frequency of the filter in the figure is set to 1/2, so the excellent characteristics are obtained up to the high frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.03.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2745958

[Date of registration] 13.02.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(4)

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-297876

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 10 H 7/02				
G 10 K 15/12	8622-5H 7227-5H	G 10 H 7/00 G 10 K 15/00	5 2 1 M B	

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21)出願番号	特願平4-121268	(71)出願人	000004075 ヤマハ株式会社 静岡県浜松市中沢町10番1号
(22)出願日	平成4年(1992)4月15日	(72)発明者	東 岩男 静岡県浜松市中沢町10番1号ヤマハ株式会 社内
		(72)発明者	北山 憲 静岡県浜松市中沢町10番1号ヤマハ株式会 社内
		(74)代理人	弁理士 矢島 保夫

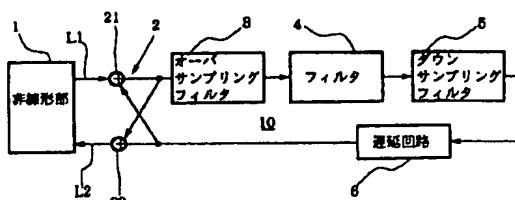
(54)【発明の名称】 楽音波形信号形成装置

## (57)【要約】

【目的】 波形信号を循環させて所望の楽音波形信号を形成する循環信号路を有する楽音波形信号形成装置において、循環信号路中に設けられた遅延回路の容量を増加させることなく、かつ循環信号路中に設けられたフィルタをより良好な特性で動作させることができるようにする。

【構成】 循環信号路中に設けられている信号遅延手段は第1の動作周波数で動作し、フィルタリング手段はその第1の動作周波数よりも高い第2の動作周波数で動作するようにする。そのためにオーバーサンプリング手段とダウンサンプリング手段とを循環信号路中に設ける。

実施例の物理モデル参照



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディジタル波形信号を循環させる循環信号路を有する楽音波形信号形成装置において、前記循環信号路中に、

第1の動作周波数で動作する信号遅延手段と、

前記第1の動作周波数よりも高い第2の動作周波数で動作するフィルタリング手段と、

前記信号遅延手段から出力されるディジタル波形信号のサンプリング周波数を前記第1の動作周波数から前記第2の動作周波数へとオーバーサンプリングし、前記フィルタリング手段へと入力させるオーバーサンプリング手段と、

前記フィルタリング手段から出力されるディジタル波形信号のサンプリング周波数を前記第2の動作周波数から前記第1の動作周波数へとダウンサンプリングし、前記信号遅延手段へと入力させるダウンサンプリング手段とを備えたことを特徴とする楽音波形信号形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電子楽器などに用いられる楽音波形信号形成装置に関し、特にディジタル波形信号を循環させて所望の楽音波形信号を形成する循環信号路を有する楽音波形信号形成装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、楽音波形の合成方式として、遅延回路およびフィルタを閉ループ状に接続して循環信号路を構成し、初期楽音波形信号をこの循環信号路に注入して循環させ、適当な位置から出力楽音信号を取出す技術が知られている。例えば、特公昭58-58679号には、波形メモリから所定周期分の楽音波形信号を読み出し、その後は遅延回路およびフィルタからなるループ回路を循環させて、自然楽器の楽音に近似した楽音信号を形成できるようにした電子楽器が開示されている。

【0003】 また同様のものとして、自然楽器のシミュレートに適した物理モデルを用いて楽音波形信号を形成する装置が知られている。このような装置としては、例えばバイオリンやピオラなどの擦弦楽器をシミュレートしたものやサキソフォンなどの管楽器をシミュレートしたものがある。このような楽音波形信号形成装置も波形信号を循環させる循環信号路を有する。その循環信号路中には、遅延回路とフィルタが設けられる。遅延回路は、擦弦楽器の弦の長さまたは管楽器の共鳴管の長さをシミュレートし、フィルタは、擦弦楽器の弦の振動特性あるいは管楽器の共鳴管の特性をシミュレートするものである。

【0004】 通常このような循環信号路上の動作は所定のクロックにしたがって行なわれる。すなわち、循環信号路上を伝播する波形信号のサンプリング周波数と、循環信号路内に設けられた遅延回路およびフィルタの動作周波数はすべて同じにして動作させていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、循環信号路中に設けられるフィルタは例えば図1に示すようなものである。この図のフィルタは、演算量が少なく、Qやカットオフ周波数などが独立した1つの係数で制御され、またカットオフ周波数と係数が直線的に比例するといった特徴を有する。また、ハイパス、ローパスおよびバンドパスフィルタが、1つの構成で得られる。

【0006】 図3～図5は、図1のフィルタをサンプリング周波数48kHzで動作させたときのフィルタの周波数特性を示す。図3は、カットオフ周波数を120Hzとし、共振の鋭さを表すQを10, 5, 2, 1, 0.5に設定したときの特性を示す。図4は、カットオフ周波数を1200Hzとし、Qを同じく10, 5, 2, 1, 0.5に設定したときの特性を示す。図5は、カットオフ周波数を12000Hzとし、Qを10, 5に設定したときの特性を示す。

【0007】 図3および図4では、それぞれカットオフ周波数にてピークが出ており、良好な特性を示している。しかし、図5では、カットオフ周波数が高いため、Q=10のグラフに比べてQ=5のグラフはピークが高い周波数にずれている。さらに、図5のカットオフ周波数を12000Hzとした例でQ=2以下とするとフィルタが発振を起しノイズを出力する。

【0008】 図6は、カットオフ周波数を12000HzとしQ=10とした図1のフィルタのインパルス応答波形を示す。図7は、カットオフ周波数を12000HzとしQ=5とした図1のフィルタのインパルス応答波形を示す。図6および図7より正常なインパルス応答波形となっていることが分かる。図8および図9は、カットオフ周波数を12000Hzとし、Qをそれぞれ「2」または「1」としたときのインパルス応答波形を示す。Q=2とした図8ではインパルス応答波形が発散しており、Q=1とした図9ではインパルス応答波形がノイズになっている。

【0009】 このように従来のフィルタでは、サンプリング周波数（動作周波数）に比べてカットオフ周波数を高くすると種々の不正常が発生する。そのため、上述した循環信号路を有する楽音波形信号形成装置に適用すると悪影響があった。

【0010】 一方、フィルタのサンプリング周波数をより高くすれば、より高いカットオフ周波数で良好な特性のフィルタを得ることができる。しかし、この場合は楽音波形信号形成装置の循環信号路に設ける遅延回路（通常、RAMやシフトレジスタで構成される）の容量が多く必要となり不合理であった。

【0011】 この発明は、上述の従来例における問題点に鑑み、波形信号を循環させて所望の楽音波形信号を形成する循環信号路を有する楽音波形信号形成装置において、循環信号路中に設けられた遅延回路の容量を増加さ

せることなく、かつ循環信号路中に設けられたフィルタをより良好な特性で動作させることができるようにすることを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、この発明は、デジタル波形信号を循環させる循環信号路を有する楽音波形信号形成装置において、前記循環信号路中に、第1の動作周波数で動作する信号遅延手段と、前記第1の動作周波数よりも高い第2の動作周波数で動作するフィルタリング手段と、前記信号遅延手段から出力されるデジタル波形信号のサンプリング周波数を前記第1の動作周波数から前記第2の動作周波数へとオーバーサンプリングし、前記フィルタリング手段へと入力させるオーバーサンプリング手段と、前記フィルタリング手段から出力されるデジタル波形信号のサンプリング周波数を前記第2の動作周波数から前記第1の動作周波数へとダウンサンプリングし、前記信号遅延手段へと入力させるダウンサンプリング手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】前記フィルタリング手段としては、例えば所定のカットオフ周波数を有し高い周波数成分を遮断（あるいは減衰）するローパスフィルタを用いるとよい。ローパスフィルタを用いた場合は、そのローパスフィルタで前記フィルタリング手段とオーバーサンプリング手段とを兼用することもできる。すなわち、ローパスフィルタのみを高い動作周波数で動作させ、入力は何度も同じデータを取りにくくというようにしてもよい。

【0014】オーバーサンプリング手段およびダウンサンプリング手段に、例えばFIRフィルタ（Finite Impulse Responseフィルタ）などを用いれば、折り返しなどの影響を防ぐことができる。

## 【0015】

【作用】循環信号路中に設けられている信号遅延手段は第1の動作周波数で動作し、フィルタリング手段はその第1の動作周波数よりも高い第2の動作周波数で動作する。したがって、信号遅延手段の容量はより少なく、フィルタリング手段の周波数特性はより良好にできる。

【0016】信号遅延手段から出力される第1の動作周波数をサンプリング周波数とする波形信号は、第1の動作周波数から第2の動作周波数へとオーバーサンプリングされてフィルタリング手段へと入力される。また、フィルタリング手段から出力される第2の動作周波数をサンプリング周波数とする波形信号は、第2の動作周波数から前記第1の動作周波数へとダウンサンプリングされて信号遅延手段へと入力される。

## 【0017】

【実施例】以下、図面を用いてこの発明の実施例を説明する。

【0018】図2は、この発明の一実施例に係る楽音波形信号形成装置のブロック構成を示す。この実施例は、

自然楽器のシミュレートに適した物理モデル音源にこの発明を適用したものである。この実施例の楽音波形信号形成装置は、非線形部1、ジャンクション部2、オーバーサンプリングフィルタ3、フィルタ4、ダウンサンプリングフィルタ5、および遅延回路6を備えている。フィルタ4は、図1に示したもの用いている。

【0019】ジャンクション部2は、加算器21、22を有する。ジャンクション部2の加算器21、オーバーサンプリングフィルタ3、フィルタ4、ダウンサンプリングフィルタ5、および遅延回路6により、循環信号路10が形成されている。循環信号路10全体は、48kHzの動作周波数で動作する。すなわち、非線形部1、加算器21、22、および遅延回路6は48kHzの動作周波数で動作する。フィルタ4は、その2倍の96kHz（または4倍の192kHz）で動作する。

【0020】非線形部1は、循環信号路10に注入する楽音波形信号を発生する。非線形部1は、例えば擦弦楽器における弓と弦との接触部、あるいは管楽器におけるマウスピース部をシミュレートするものである。非線形部1は楽音波形信号の往路L1と復路L2を有する。非線形部1の往路L1から出力された楽音波形信号は加算器21に入力する。この加算器21は、遅延回路6からの出力信号と非線形部1からの波形信号を加算する。加算結果は、オーバーサンプリングフィルタ3および加算器22に入力する。加算器22は、加算器21からの波形信号と遅延回路6からの出力信号とを加算して、非線形部1の復路L2に出力する。

【0021】オーバーサンプリングフィルタ3は、入力した波形信号のサンプリング周波数を48kHzから96kHz（または192kHz）にオーバーサンプリングする。オーバーサンプリングフィルタ3からのサンプリング周波数96kHz（または192kHz）の波形信号は、フィルタ4に入力し、所定の特性でフィルタリングされる。このときフィルタ4の動作周波数は96kHz（または192kHz）であり、図1のフィルタの周波数の係数は1/2（または1/4）にしているので、高い周波数まで良好な特性が得られる。

【0022】フィルタ4の出力である波形信号は、ダウンサンプリングフィルタ5に入力する。ダウンサンプリングフィルタ5は、入力した波形信号のサンプリング周波数を96kHz（または192kHz）から48kHzにダウンサンプリングする。ダウンサンプリングフィルタ5からのサンプリング周波数48kHzの波形信号は、遅延回路6に入力する。遅延回路6は所定の容量のシフトレジスタからなる。遅延回路6は、入力した波形信号を所定の遅延時間のち出力する。この遅延時間により楽音の音高が定められる。

【0023】遅延回路6からの出力は、加算器21、22に入力する。以上のようにして、楽音波形信号が循環信号路10を循環し、波形信号を出力する。最終的な楽

音波形信号の出力は、循環信号路 10 のどの位置から取ってもよい。

【0024】上記実施例によれば、遅延回路 6 は動作周波数 4.8 kHz で動作し、フィルタ 4 は動作周波数 9.6 kHz (または 19.2 kHz) で動作している。したがって、フィルタ 4 の特性はより良好に、遅延回路 6 の容量はより少なくすることができる。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、波形信号を循環させて所望の楽音波形信号を形成する循環信号路を有する楽音波形信号形成装置において、循環信号路中に設けられている信号遅延手段は第1の動作周波数で動作し、フィルタリング手段はその第1の動作周波数よりも高い第2の動作周波数で動作するようしているので、循環信号路中に設けられた遅延回路の容量を増加させることなく、かつ循環信号路中に設けられたフィルタをより良好な特性で動作させることができ

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来から用いられているフィルタの回路例

【図2】この発明の一実施例に係る楽音波形信号形成装置のブロック構成図

【図3】フィルタの周波数特性を示すグラフ (その1)

【図4】フィルタの周波数特性を示すグラフ (その2)

【図5】フィルタの周波数特性を示すグラフ (その3)

【図6】フィルタのインパルス応答波形を示す波形図 (その1)

【図7】フィルタのインパルス応答波形を示す波形図 (その2)

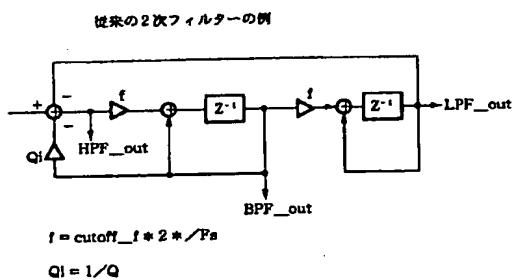
【図8】フィルタのインパルス応答波形を示す波形図 (その3)

【図9】フィルタのインパルス応答波形を示す波形図 (その4)

【符号の説明】

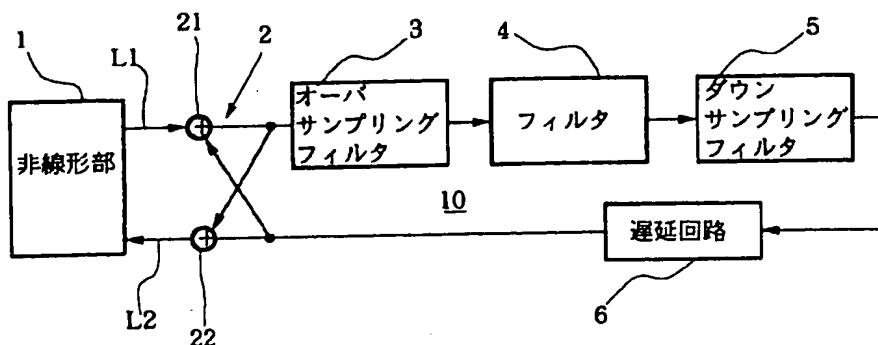
1…非線形部、2…ジャンクション部、3…オーバーサンプリングフィルタ、4…フィルタ、5…ダウンサンプリングフィルタ、6…遅延回路、10…循環信号路。

【図1】

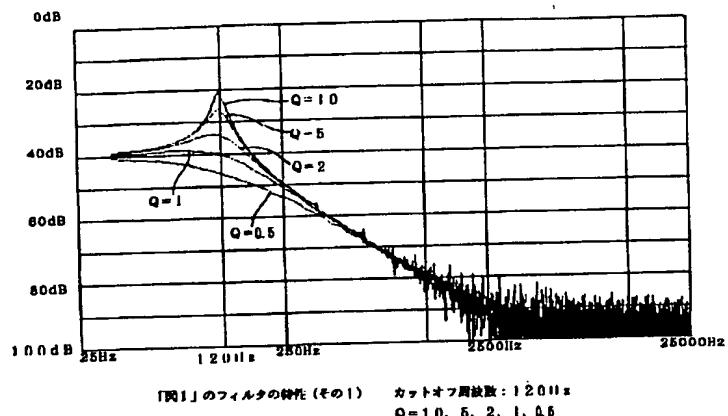


【図2】

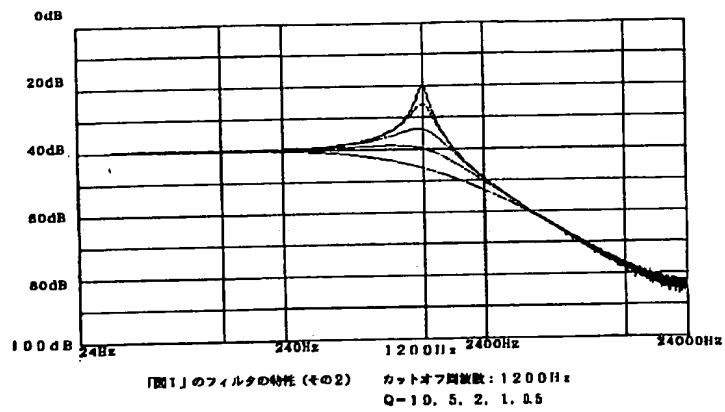
実施例の物理モデル音源



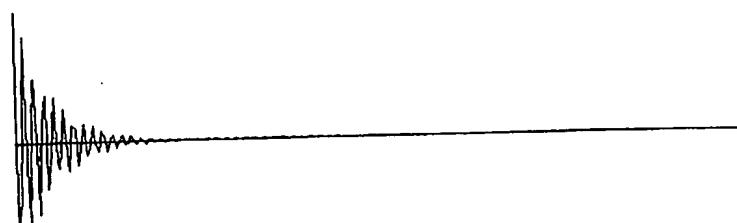
【図3】



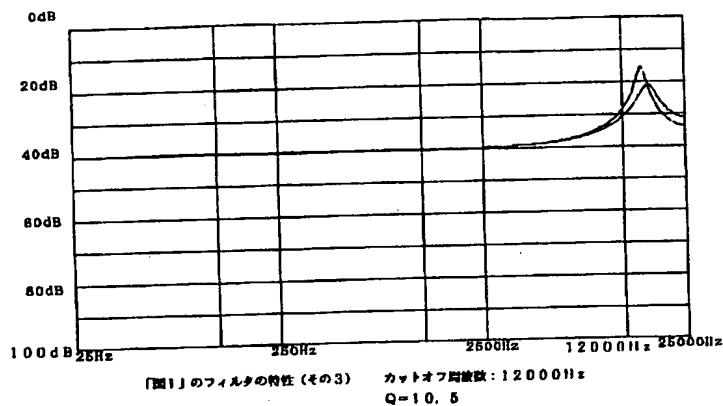
【図4】



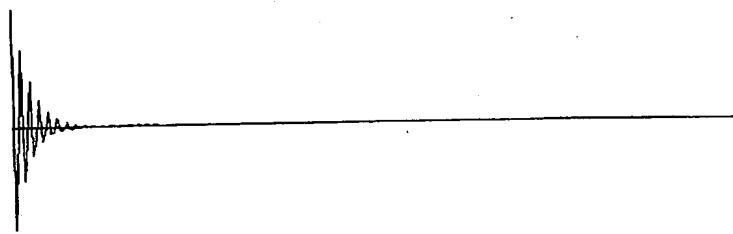
【図6】

「図1」のフィルタのインパルス応答形(その1) カットオフ周波数: 12000Hz  
Q=10

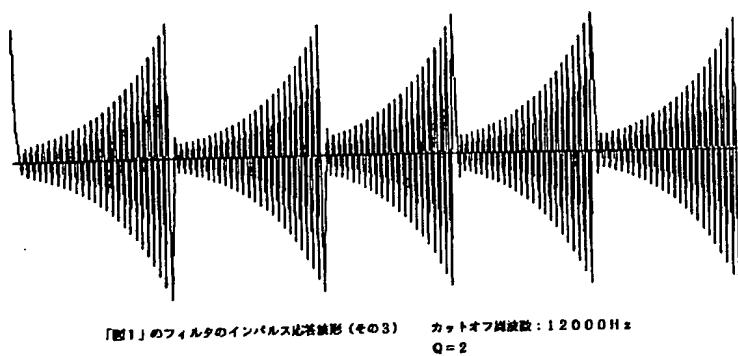
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

